

✓
Date of Dispatch: April 25, 2006

NOTICE OF REJECTION

✓
Patent Application No.: 2006-013963

Cited Documents:

1. JP Laid-Open Patent Publication No:2003-338467 ✓
2. JP Laid-Open Patent Publication No:2000-42764 ✓
3. JP Laid-Open Patent Publication No:5-335726 ✓

BEST AVAILABLE COPY

PP03-0042
43
44
46
270
278

整理番号 2005-1039
発送番号 172507
発送日 平成18年 4月25日

拒絶理由通知書

特許出願の番号	特願2006-013963 ✓
起案日	平成18年 4月21日
特許庁審査官	加藤 昌人 9257 3P00
特許出願人代理人	長谷川 芳樹 (外 2名) 様
適用条文	第39条

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出して下さい。

理 由

この出願の下記の請求項に係る発明は、同一出願人が同日出願した下記の出願の発明と同一と認められるから、この通知書と同日に発送した特許庁長官名による別紙指令書に記載した届出がないときは特許法第39条第2項の規定により特許を受けることができない。

記

・請求項：1

・備考

本願の原出願である特願2002-351600号(特開2003-33847
67号)の請求項2、10に記載された発明と、実質的に同一である。 ①

・請求項：2

・備考

レーザ加工箇所を予め撮影することは、特開2000-42764号公報の段落0004、特開2005-335726号公報の段落0019等のように、この出願前周知の技術である。 ②
③

また、拒絶理由が解消しない場合は、先願が未確定であっても拒絶査定を行うので、留意されたい。

なお、

(1) 補正は、この出願の出願当初の明細書又は図面に記載した事項のほか、出願当初の明細書又は図面に記載した事項から自明な事項の範囲内で行わなければならない。

(2) 特許請求の範囲の記載と発明の詳細な説明とは、整合性が取れるように注意すること(例えば、特許請求の範囲の補正によって、出願当初は実施例であった記載が参考例になった場合など)。

(3) 補正の際には、補正箇所の下線を引き(特許法施行規則様式第13備考6)、意見書で、各補正事項について補正が適法なものである理由を、根拠となる出願当初の明細書等の記載箇所を明確に示したうえで主張されたい(意見書の記載形式は、無効審判における訂正請求書の記載形式を参考にされたい)。

先行技術文献調査結果の記録

・調査した分野 IPC B23K26/00-26/42
H01L21/301
DB名

・先行技術文献

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。

・出願人(法人にあっては法人の代表権を有する者)、又は担当弁理士による、この拒絶理由についての問合せ
特許審査第二部 特殊加工 加藤昌人

TEL:03-3581-1101 (内線 3362-4)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-338467

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/301
B23K 26/00
B28D 7/04
H01L 21/52
// B23K101:40

(21)Application number : 2002-351600

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 03.12.2002

(72)Inventor : FUKUYO FUMITSUGU
FUKUMITSU KENJI
UCHIYAMA NAOKI
SUGIURA RYUJI

(30)Priority

Priority number : 2002067348
2002067372

Priority date : 12.03.2002
12.03.2002

Priority country : JP

JP

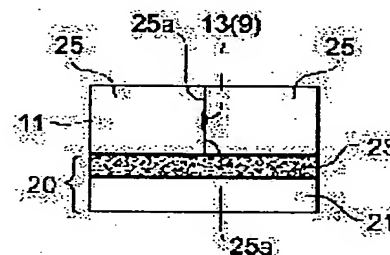
(54) METHOD FOR CUTTING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(57)Abstract:

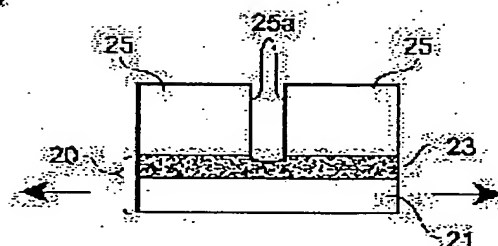
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for cutting a semiconductor substrate capable of efficiently cutting a semiconductor substrate, along with a die bond resin layer, on which a sheet is pasted with the die bond resin layer interposed.

SOLUTION: A planned cut 9 by a melting process region 13 is formed inside a silicon wafer 11 by generating multiphoton absorption. Then an adhesive sheet 20 pasted on the silicon wafer 11 is expanded. Thus, the silicon wafer 11 is precisely cut into semiconductor chips 25 along the planned cut 9. Since cut surfaces 25a and 25a, facing each other, of adjoining semiconductor chips 25 and 24 come apart from each other from a tightly contacted state, a die bond resin layer 23 is also cut along the planned cut 9. Thus, the silicon wafer 11 and the die bond resin layer 23 are cut more efficiently than by cutting them with a blade not to cut a base material 21.

(a)



(b)



LEGAL STATUS

Date of request for examination]

30.11.2005

Date of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

006/05/02

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、前記半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、
前記切断予定部を形成する工程後、前記シートを拡張させることにより前記切断予定部に沿って前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

【請求項2】 ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²) 以上で且つパルス幅が $1 \mu s$ 以下の条件でレーザー光を照射することにより、前記半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、
前記切断予定部を形成する工程後、前記シートを拡張させることにより前記切断予定部に沿って前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

【請求項3】 ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、前記半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、
前記切断予定部を形成する工程後、前記シートを拡張させることにより前記切断予定部に沿って前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

【請求項4】 シートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、前記半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、
前記切断予定部を形成する工程後、前記シートを拡張させることにより前記切断予定部に沿って前記半導体基板を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

【請求項5】 前記改質領域は、熔融処理した領域であることを特徴とする請求項3又は4記載の半導体基板の切断方法。

【請求項6】 前記切断予定部を形成する工程では、前記切断予定部を起点として、前記半導体基板のレーザー光入射側の表面に割れを到達させることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

【請求項7】 前記切断予定部を形成する工程では、前記切断予定部を起点として、前記半導体基板のレーザー光入射側と反対側の裏面に割れを到達させることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

【請求項8】 前記切断予定部を形成する工程では、前記切断予定部を起点として、前記半導体基板のレーザー光入射側の表面と、その反対側の裏面とに割れを到達させることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

【請求項9】 ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、前記半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、
前記切断予定部を形成する工程後、前記切断予定部に沿って前記半導体基板にストレスを生じさせることにより、前記切断予定部に沿って前記半導体基板を切断する工程と、
前記半導体基板を切断する工程後、前記シートを拡張させることにより前記半導体基板の切断面に沿って前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

【請求項10】 ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²) 以上で且つパルス幅が $1 \mu s$ 以下の条件でレーザー光を照射することにより、前記半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、
前記切断予定部を形成する工程後、前記切断予定部に沿って前記半導体基板にストレスを生じさせることにより、前記切断予定部に沿って前記半導体基板を切断する工程と、
前記半導体基板を切断する工程後、前記シートを拡張させることにより前記半導体基板の切断面に沿って前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

【請求項11】 ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、前記半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、
前記切断予定部を形成する工程後、前記切断予定部に沿って前記半導体基板にストレスを生じさせることにより、前記切断予定部に沿って前記半導体基板を切断する工程と、
前記半導体基板を切断する工程後、前記シートを拡張させることにより前記半導体基板の切断面に沿って前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

【請求項12】 前記改質領域は、熔融処理した領域であることを特徴とする請求項11記載の半導体基板の切断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイスの製造工程等において半導体基板を切断するために使用される半導体基板の切断方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来におけるこの種の技術として、特許文献1や特許文献2には次のような技術が記載されている。まず、半導体ウェハの裏面にダイボンド樹脂層を介して粘着シートを貼り付け、この粘着シート上に半導体ウェハを保持させた状態でブレードにより半導体ウェハを切断して半導体チップを得る。そして、粘着シート上の半導体チップをピックアップする際に、ダイボンド樹脂層を個々の半導体チップと共に粘着シートから剥離させる。これにより、半導体チップの裏面に接着剤を塗布するなどの工程を省略して、半導体チップをリードフレーム上に接着することが可能になる。

【0003】

【特許文献1】特開2002-158276号公報

【特許文献2】特開2000-104040号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような技術においては、粘着シート上に保持された半導体ウェハをブレードによって切断する際に、粘着シートは切断しないようにする一方で、半導体ウェハと粘着シートとの間に存在するダイボンド樹脂層は確実に切断する必要がある。そのため、このような場合のブレードによる半導体ウェハの切断は、特に慎重を期すべきものとなる。

【0005】そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板をダイボンド樹脂層と共に効率良く切断することのできる半導体基板の切断方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域をもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、シートを拡張させることにより切断予定部に沿って半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

【0007】この半導体基板の切断方法においては、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射し、半導体基板の内部に多光子吸収という現象を発生させて改質領域を形成するため、この改質領域をもって、半導体基板を切断すべき所望の切断予定ラインに沿うよう半導体基板の内部に切断予定部を形成することができ

このように半導体基板の内部に切断予定部が形成されると、比較的小さな力で切断予定部を起点として半導体基板の厚さ方向に割れが発生する。そのため、半導体基板に貼り付けられたシートを拡張させると、切断予定部に沿って半導体基板を精度良く切断することができる。このとき、切断された半導体基板の対向する切断面は、初めは密着した状態にあり、シートの拡張に伴って離間していくため、半導体基板とシートとの間に存在するダイボンド樹脂層も切断予定部に沿って切断されることになる。したがって、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。しかも、切断された半導体基板の対向する切断面が初めは互いに密着しているがために、切断された個々の半導体基板と切断された個々のダイボンド樹脂層とがほぼ同一の外形となり、各半導体基板の切断面からダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

【0008】また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²)以上で且つパルス幅が 1μ s以下の条件でレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に溶融処理領域を含む改質領域を形成し、当該溶融処理領域を含む改質領域をもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、シートを拡張させることにより切断予定部に沿って半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

【0009】この半導体基板の切断方法では、切断予定部を形成する工程において、半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²)以上で且つパルス幅が 1μ s以下の条件でレーザ光を照射している。よって、半導体基板の内部は多光子吸収によって局所的に加熱される。この加熱により半導体基板の内部に溶融処理領域が形成される。この溶融処理領域は上述した改質領域の一例であるので、この半導体基板の切断方法によっても、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。

【0010】また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域をもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、シートを拡張させることにより切断予定部に沿って半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

そして、この改質領域は、熔融処理した領域である場合もある。

【0011】この半導体基板の切断方法によっても、上述した半導体基板の切断方法と同様の理由から、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。ただし、改質領域は、多光子吸収により形成される場合もあるし、他の原因により形成される場合もある。

【0012】また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、シートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、シートを拡張させることにより切断予定部に沿って半導体基板を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

【0013】この半導体基板の切断方法によれば、シートを残して半導体基板をブレードにより切断するよう
20 場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板を切断予定部に沿って切断することが可能になる。

【0014】なお、上述してきた本発明に係る半導体基板の切断方法において、切断予定部を形成する工程では、切断予定部を起点として、半導体基板のレーザ光入射側の表面に割れを到達させてもよいし、切断予定部を起点として、半導体基板のレーザ光入射側と反対側の裏面に割れを到達させてもよいし、或いは、切断予定部を起点として、半導体基板のレーザ光入射側の表面と、その反対側の裏面とに割れを到達させてもよい。
30

【0015】また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、切断予定部に沿って半導体基板にストレスを生じさせることにより、切断予定部に沿って半導体基板を切断する工程と、半導体基板を切断する工程後、シートを拡張させることにより半導体基板の切断面に沿ってダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。
40

【0016】この半導体基板の切断方法においても、多光子吸収により形成された改質領域でもって、半導体基板を切断すべき所望の切断予定ラインに沿うよう半導体基板の内部に切断予定部を形成することができる。よって、切断予定部に沿って半導体基板にストレスを生じさせると、切断予定部に沿って半導体基板を精度良く切断することができる。そして、半導体基板に貼り付けられたシートを拡張させると、切断された半導体基板の対向する切断面は、互いに密着した状態から、シートの拡張
50

に伴って離間していくため、半導体基板とシートとの間に存在するダイボンド樹脂層は半導体基板の切断面に沿って切断されることになる。したがって、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。しかも、切断された半導体基板の対向する切断面が初めは互いに密着しているがために、切断された個々の半導体基板と切断された個々のダイボンド樹脂層とがほぼ同一の外形となり、各半導体基板の切断面からダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

【0017】また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²)以上で且つパルス幅が1 μ s以下の条件でレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、切断予定部に沿って半導体基板にストレスを生じさせることにより、切断予定部に沿って半導体基板を切断する工程と、半導体基板を切断する工程後、シートを拡張させることにより半導体基板の切断面に沿ってダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

【0018】さらに、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、切断予定部に沿って半導体基板にストレスを生じさせることにより、切断予定部に沿って半導体基板を切断する工程と、半導体基板を切断する工程後、シートを拡張させることにより半導体基板の切断面に沿ってダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。そして、この改質領域は、熔融処理した領域である場合もある。

【0019】これらの半導体基板の切断方法によっても、上述した半導体基板の切断方法と同様の理由から、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る半導体基板の切断方法の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0021】本実施形態に係る半導体基板の切断方法では、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照

射することにより、半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、この改質領域をもって切断予定部を形成する。そこで、本実施形態に係る半導体基板の切断方法の説明に先立って、切断予定部を形成するために実施されるレーザ加工方法について多光子吸収を中心に説明する。

【0022】材料の吸収のバンドギャップ E_g よりも光子のエネルギー $h\nu$ が小さいと光学的に透明となる。よって、材料に吸収が生じる条件は $h\nu > E_g$ である。しかし、光学的に透明でも、レーザ光の強度を非常に大きくすると $n h\nu > E_g$ の条件 ($n = 2, 3, 4, \dots$) で材料に吸収が生じる。この現象を多光子吸収という。パルス波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点のピークパワー密度 (W/cm^2) で決まり、例えばピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上の条件で多光子吸収が生じる。ピークパワー密度は、(集光点におけるレーザ光の1パルス当たりのエネルギー) \div (レーザ光のビームスポット断面積 \times パルス幅) により求められる。また、連続波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点の電界強度 (W/cm^2) で決まる。

【0023】このような多光子吸収を利用する本実施形態に係るレーザ加工の原理について、図1～図6を参照して説明する。図1はレーザ加工中の半導体基板1の平面図であり、図2は図1に示す半導体基板1のII-II線に沿った断面図であり、図3はレーザ加工後の半導体基板1の平面図であり、図4は図3に示す半導体基板1のIV-IV線に沿った断面図であり、図5は図3に示す半導体基板1のV-V線に沿った断面図であり、図6は切断された半導体基板1の平面図である。

【0024】図1及び図2に示すように、半導体基板1の表面3には、半導体基板1を切断すべき所望の切断予定ライン5がある。切断予定ライン5は直線状に延びた仮想線である(半導体基板1に実際に線を引いて切断予定ライン5としてもよい)。本実施形態に係るレーザ加工は、多光子吸収が生じる条件で半導体基板1の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを半導体基板1に照射して改質領域7を形成する。なお、集光点とはレーザ光Lが集光した箇所のことである。

【0025】レーザ光Lを切断予定ライン5に沿って(すなわち矢印A方向に沿って)相対的に移動させることにより、集光点Pを切断予定ライン5に沿って移動させる。これにより、図3～図5に示すように改質領域7が切断予定ライン5に沿って半導体基板1の内部にのみ形成され、この改質領域7をもって切断予定部9が形成される。本実施形態に係るレーザ加工方法は、半導体基板1がレーザ光Lを吸収することにより半導体基板1を発熱させて改質領域7を形成するのではない。半導体基板1にレーザ光Lを透過させ半導体基板1の内部に多光子吸収を発生させて改質領域7を形成している。よって、半導体基板1の表面3ではレーザ光Lがほとんど吸

収されないので、半導体基板1の表面3が溶融することはない。

【0026】半導体基板1の切断において、切断する箇所に起点があると半導体基板1はその起点から割れるので、図6に示すように比較的小さな力で半導体基板1を切断することができる。よって、半導体基板1の表面3に不必要な割れを発生させることなく半導体基板1の切断が可能となる。

【0027】なお、切断予定部を起点とした半導体基板の切断には、次の2通りが考えられる。1つは、切断予定部形成後、半導体基板に人為的な力が印加されることにより、切断予定部を起点として半導体基板が割れ、半導体基板が切断される場合である。これは、例えば半導体基板の厚さが大きい場合の切断である。人為的な力が印加されるとは、例えば、半導体基板の切断予定部に沿って半導体基板に曲げ応力やせん断応力を加えたり、半導体基板に温度差を与えることにより熱応力を発生させたりすることである。他の1つは、切断予定部を形成することにより、切断予定部を起点として半導体基板の断面方向(厚さ方向)に向かって自然に割れ、結果的に半導体基板が切断される場合である。これは、例えば半導体基板の厚さが小さい場合には、1列の改質領域により切断予定部が形成されることで可能となり、半導体基板の厚さが大きい場合には、厚さ方向に複数列形成された改質領域により切断予定部が形成されることで可能となる。なお、この自然に割れる場合も、切断する箇所において、切断予定部が形成されていない部位に対応する部分の表面上にまで割れが先走ることがなく、切断予定部を形成した部位に対応する部分のみを割断することができるので、割断を制御よくすることができる。近年、シリコンウェハ等の半導体基板の厚さは薄くなる傾向にあるので、このような制御性のよい割断方法は大変有効である。

【0028】さて、本実施形態において多光子吸収により形成される改質領域としては、次に説明する溶融処理領域がある。

【0029】半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu s$ 以下の条件でレーザ光を照射する。これにより半導体基板の内部は多光子吸収によって局所的に加熱される。この加熱により半導体基板の内部に溶融処理領域が形成される。溶融処理領域とは一旦溶融後再固化した領域や、まさに溶融状態の領域や、溶融状態から再固化する状態の領域であり、相変化した領域や結晶構造が変化した領域ということもできる。また、溶融処理領域とは単結晶構造、非晶質構造、多結晶構造において、ある構造が別の構造に変化した領域ということもできる。つまり、例えば、単結晶構造から非晶質構造に変化した領域、単結晶構造から多結晶構造に変化した領域、単結晶構造から非晶質構造及び多結晶構造を含

む構造に変化した領域を意味する。半導体基板がシリコン単結晶構造の場合、熔融処理領域は例えば非晶質シリコン構造である。電界強度の上限値としては、例えば 1×10^{12} (W/cm²)である。パルス幅は例えば1 ns ~ 200 ns が好ましい。

【0030】本発明者は、シリコンウェハの内部で熔融処理領域が形成されることを実験により確認した。実験条件は次の通りである。

【0031】(A) 半導体基板：シリコンウェハ (厚さ350 μm、外径4インチ)

(B) レーザ

光源：半導体レーザ励起Nd:YAGレーザ

波長：1064 nm

レーザ光スポット断面積： 3.14×10^{-8} cm²

発振形態：Qスイッチパルス

繰り返し周波数：100 kHz

パルス幅：30 ns

出力：20 μJ / パルス

レーザ光品質：TEM₀₀

偏光特性：直線偏光

(C) 集光用レンズ

倍率：50倍

N.A. : 0.55

レーザ光波長に対する透過率：60パーセント

(D) 半導体基板が載置される載置台の移動速度：100 mm/秒

【0032】図7は、上記条件でのレーザ加工により切断されたシリコンウェハの一部における断面の写真を表した図である。シリコンウェハ11の内部に熔融処理領域13が形成されている。なお、上記条件により形成された熔融処理領域13の厚さ方向の大きさは100 μm程度である。

【0033】熔融処理領域13が多光子吸収により形成されたことを説明する。図8は、レーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。ただし、シリコン基板の表面側と裏面側それぞれの反射成分を除去し、内部のみの透過率を示している。シリコン基板の厚さtが50 μm、100 μm、200 μm、500 μm、1000 μmの各々について上記関係を示した。

【0034】例えば、Nd:YAGレーザの波長である1064 nmにおいて、シリコン基板の厚さが500 μm以下の場合、シリコン基板の内部ではレーザ光が80%以上透過することが分かる。図7に示すシリコンウェハ11の厚さは350 μmであるので、多光子吸収による熔融処理領域13はシリコンウェハの中心付近、つまり表面から175 μmの部分に形成される。この場合の透過率は、厚さ200 μmのシリコンウェハを参考にすると、90%以上なので、レーザ光がシリコンウェハ11の内部で吸収されるのは僅かであり、ほとんどが透過

する。このことは、シリコンウェハ11の内部でレーザ光が吸収されて、熔融処理領域13がシリコンウェハ11の内部に形成 (つまりレーザ光による通常の加熱で熔融処理領域が形成) されたものではなく、熔融処理領域13が多光子吸収により形成されたことを意味する。多光子吸収による熔融処理領域の形成は、例えば、溶接学会全国大会講演概要第66集 (2000年4月) の第72頁~第73頁の「ピコ秒パルスレーザによるシリコンの加工特性評価」に記載されている。

【0035】なお、シリコンウェハは、熔融処理領域をもって形成される切断予定部を起点として断面方向に向かって割れを発生させ、その割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達することにより、結果的に切断される。シリコンウェハの表面と裏面に到達するこの割れは自然に成長する場合もあるし、シリコンウェハに力が印加されることにより成長する場合もある。なお、切断予定部からシリコンウェハの表面と裏面とに割れが自然に成長する場合には、切断予定部を形成する熔融処理領域が溶融している状態から割れが成長する場合と、切断予定部を形成する熔融処理領域が溶融している状態から再固化する際に割れが成長する場合とのいずれもある。ただし、どちらの場合も熔融処理領域はシリコンウェハの内部のみに形成され、切断後の切断面には、図7のように内部にのみ熔融処理領域が形成されている。半導体基板の内部に熔融処理領域をもって切断予定部を形成すると、切断時、切断予定部ラインから外れた不必要な割れが生じにくいので、切断制御が容易となる。

【0036】次に、上述したレーザ加工方法に使用されるレーザ加工装置について、図9を参照して説明する。図9はレーザ加工装置100の概略構成図である。

【0037】レーザ加工装置100は、レーザ光Lを発生するレーザ光源101と、レーザ光Lの出力やパルス幅等を調節するためにレーザ光源101を制御するレーザ光源制御部102と、レーザ光Lの反射機能を有しかつレーザ光Lの光軸の向きを90°変えるように配置されたダイクロイックミラー103と、ダイクロイックミラー103で反射されたレーザ光Lを集光する集光用レンズ105と、集光用レンズ105で集光されたレーザ光Lが照射される半導体基板1が載置される載置台107と、載置台107をX軸方向に移動させるためのX軸ステージ109と、載置台107をX軸方向に直交するY軸方向に移動させるためのY軸ステージ111と、載置台107をX軸及びY軸方向に直交するZ軸方向に移動させるためのZ軸ステージ113と、これら3つのステージ109、111、113の移動を制御するステージ制御部115とを備える。

【0038】Z軸方向は半導体基板1の表面3と直交する方向なので、半導体基板1に入射するレーザ光Lの焦点深度の方向となる。よって、Z軸ステージ113をZ軸方向に移動させることにより、半導体基板1の内部に

レーザ光Lの集光点Pを合わせることができる。また、この集光点PのX(Y)軸方向の移動は、半導体基板1をX(Y)軸ステージ109(111)によりX(Y)軸方向に移動させることにより行う。

【0039】レーザ光源101はパルスレーザ光を発生するNd:YAGレーザである。レーザ光源101に用いることができるレーザとして、この他、Nd:YVO₄レーザ、Nd:YLFレーザやチタンサファイアレーザがある。溶融処理領域を形成する場合には、Nd:YAGレーザ、Nd:YVO₄レーザ、Nd:YLFレーザを用いるのが好適である。本実施形態では、半導体基板1の加工にパルスレーザ光を用いているが、多光子吸収を起こさせることができるなら連続波レーザ光でもよい。

【0040】レーザ加工装置100はさらに、載置台107に載置された半導体基板1を可視光線により照明するために可視光線を発生する観察用光源117と、ダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105と同じ光軸上に配置された可視光用のビームスプリッタ119とを備える。ビームスプリッタ119と集光用レンズ105との間にダイクロイックミラー103が配置されている。ビームスプリッタ119は、可視光線の約半分を反射し残りの半分を透過する機能を有しかつ可視光線の光軸の向きを90°変えるように配置されている。観察用光源117から発生した可視光線はビームスプリッタ119で約半分が反射され、この反射された可視光線がダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105を透過し、半導体基板1の切断予定ライン5等を含む表面3を照明する。

【0041】レーザ加工装置100はさらに、ビームスプリッタ119、ダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105と同じ光軸上に配置された撮像素子121及び結像レンズ123を備える。撮像素子121としては例えばCCDカメラがある。切断予定ライン5等を含む表面3を照明した可視光線の反射光は、集光用レンズ105、ダイクロイックミラー103、ビームスプリッタ119を透過し、結像レンズ123で結像されて撮像素子121で撮像され、撮像データとなる。

【0042】レーザ加工装置100はさらに、撮像素子121から出力された撮像データが入力される撮像データ処理部125と、レーザ加工装置100全体を制御する全体制御部127と、モニタ129とを備える。撮像データ処理部125は、撮像データを基にして観察用光源117で発生した可視光の焦点を表面3上に合わせるための焦点データを演算する。この焦点データを基にしてステージ制御部115がZ軸ステージ113を移動制御することにより、可視光の焦点が表面3に合うようにする。よって、撮像データ処理部125はオートフォーカスユニットとして機能する。また、撮像データ処理部125は、撮像データを基にして表面3の拡大画像等の

画像データを演算する。この画像データは全体制御部127に送られ、全体制御部で各種処理がなされ、モニタ129に送られる。これにより、モニタ129に拡大画像等が表示される。

【0043】全体制御部127には、ステージ制御部115からのデータ、撮像データ処理部125からの画像データ等が入力し、これらのデータも基にしてレーザ光源制御部102、観察用光源117及びステージ制御部115を制御することにより、レーザ加工装置100全体を制御する。よって、全体制御部127はコンピュータユニットとして機能する。

【0044】以上のように構成されたレーザ加工装置100による切断予定部の形成手順について、図9及び図10を参照して説明する。図10は、レーザ加工装置100による切断予定部の形成手順を説明するためのフローチャートである。

【0045】半導体基板1の光吸収特性を図示しない分光光度計等により測定する。この測定結果に基づいて、半導体基板1に対して透明な波長又は吸収の少ない波長のレーザ光Lを発生するレーザ光源101を選定する(S101)。続いて、半導体基板1の厚さを測定する。厚さの測定結果及び半導体基板1の屈折率を基にして、半導体基板1のZ軸方向の移動量を決定する(S103)。これは、レーザ光Lの集光点Pを半導体基板1の内部に位置させるために、半導体基板1の表面3に位置するレーザ光Lの集光点Pを基準とした半導体基板1のZ軸方向の移動量である。この移動量は全体制御部127に入力される。

【0046】半導体基板1をレーザ加工装置100の載置台107に載置する。そして、観察用光源117から可視光を発生させて半導体基板1を照明する(S105)。照明された切断予定ライン5を含む半導体基板1の表面3を撮像素子121により撮像する。切断予定ライン5は、半導体基板1を切断すべき所望の仮想線である。撮像素子121により撮像された撮像データは撮像データ処理部125に送られる。この撮像データに基づいて撮像データ処理部125は観察用光源117の可視光の焦点が表面3に位置するような焦点データを演算する(S107)。

【0047】この焦点データはステージ制御部115に送られる。ステージ制御部115は、この焦点データを基にしてZ軸ステージ113をZ軸方向の移動させる(S109)。これにより、観察用光源117の可視光の焦点が半導体基板1の表面3に位置する。なお、撮像データ処理部125は撮像データに基づいて、切断予定ライン5を含む半導体基板1の表面3の拡大画像データを演算する。この拡大画像データは全体制御部127を介してモニタ129に送られ、これによりモニタ129に切断予定ライン5付近の拡大画像が表示される。

【0048】全体制御部127には予めステップS10

3で決定された移動量データが入力されており、この移動量データがステージ制御部115に送られる。ステージ制御部115はこの移動量データに基づいて、レーザ光Lの集光点Pが半導体基板1の内部となる位置に、Z軸ステージ113により半導体基板1をZ軸方向に移動させる(S111)。

【0049】続いて、レーザ光源101からレーザ光Lを発生させて、レーザ光Lを半導体基板1の表面3の切断予定ライン5に照射する。レーザ光Lの集光点Pは半導体基板1の内部に位置しているため、溶融処理領域は半導体基板1の内部にのみ形成される。そして、切断予定ライン5に沿うようにX軸ステージ109やY軸ステージ111を移動させて、切断予定ライン5に沿うよう形成された溶融処理領域をもって切断予定ライン5に沿う切断予定部を半導体基板1の内部に形成する(S113)。

【0050】以上により、レーザ加工装置100による切断予定部の形成が終了し、半導体基板1の内部に切断予定部が形成される。半導体基板1の内部に切断予定部が形成されると、比較的小さな力で切断予定部を起点として半導体基板1の厚さ方向に割れを発生させることができる。

【0051】次に、本実施形態に係る半導体基板の切断方法について説明する。なお、ここでは、半導体基板として半導体ウェハであるシリコンウェハ11を用いた。

【0052】まず、図11(a)に示すように、シリコンウェハ11の裏面17を覆うよう、この裏面17に粘着シート20を貼り付ける。この粘着シート20は、厚さ100 μ m程度の基材21を有し、この基材21上には、層厚数 μ m程度のUV硬化樹脂層22が設けられている。さらに、このUV硬化樹脂層22上には、ダイボンディング用接着剤として機能するダイボン樹脂層23が設けられている。なお、シリコンウェハ11の表面3には、複数の機能素子がマトリックス状に形成されている。ここで、機能素子とは、フォトダイオード等の受光素子やレーザダイオード等の発光素子、或いは回路として形成された回路素子等を意味する。

【0053】続いて、図11(b)に示すように、例えば上述のレーザ加工装置100を用いてシリコンウェハ11の内部に集光点を合わせて表面3側からレーザ光を照射することにより、シリコンウェハ11の内部に改質領域である溶融処理領域13を形成し、この溶融処理領域13をもって切断予定部9を形成する。この切断予定部9の形成において、レーザ光はシリコンウェハ11の表面3にマトリックス状に配置された複数の機能素子の間を走るように照射され、これにより、切断予定部9は隣り合う機能素子間の真下を走るよう格子状に形成される。

【0054】切断予定部9の形成後、図12(a)に示すように、シート拡張手段30によって、粘着シート2

0の周囲を外側に向かって引っ張るようにして粘着シート20を拡張させる。この粘着シート20のエキスパンドによって、切断予定部9を起点として厚さ方向に割れが発生し、この割れがシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達することになる。これにより、シリコンウェハ11が機能素子毎に精度良く切断され、機能素子を1つ有した半導体チップ25が得られる。

【0055】また、このとき、隣り合う半導体チップ25、25の対向する切断面25a、25aは、初めは密着した状態にあり、粘着シート20の拡張に伴って離間していくことになるため、シリコンウェハ11の切断と同時に、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボン樹脂層23も切断予定部9に沿って切断される。

【0056】なお、シート拡張手段30は、切断予定部9の形成時にシリコンウェハ11が載置されるステージに設けられている場合と、そのステージに設けられていない場合とがある。そのステージに設けられていない場合、そのステージ上に載置されたシリコンウェハ11は、切断予定部9の形成後、シート拡張手段30が設けられた他のステージ上に搬送手段によって搬送される。

【0057】粘着シート20のエキスパンド終了後、図12(b)に示すように、粘着シート20に裏面側から紫外線を照射し、UV硬化樹脂層22を硬化させる。これにより、UV硬化樹脂層22とダイボン樹脂層23との密着力が低下することになる。なお、この紫外線の照射は、粘着シート20のエキスパンド開始前に行ってもよい。

【0058】続いて、図13(a)に示すように、ピックアップ手段である吸着コレット等を用いて半導体チップ25を順次ピックアップしていく。このとき、ダイボン樹脂層23は半導体チップ25と同等の外形に切断されており、また、ダイボン樹脂層23とUV硬化樹脂層22との密着力が低下しているため、半導体チップ25は、その裏面に切断されたダイボン樹脂層23が密着した状態でピックアップされることになる。そして、図13(b)に示すように、半導体チップ25を、その裏面に密着したダイボン樹脂層23を介してリードフレーム27のダイパッド上に載置し、加熱によりフイラー接合する。

【0059】以上のように、シリコンウェハ11の切断方法においては、多光子吸収により形成された溶融処理領域13をもって、シリコンウェハ11を切断すべき所望の切断予定ラインに沿うようシリコンウェハ11の内部に切断予定部9を形成している。そのため、シリコンウェハ11に貼り付けられた粘着シート20をエキスパンドすると、切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11が精度良く切断され、半導体チップ25が得られる。このとき、隣り合う半導体チップ25、25の対向する切断面25a、25aは、初めは密着した状態にあり、粘

着シート20の拡張に伴って離間していくため、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23も切断予定部9に沿って切断されることになる。したがって、基材21を切断しないようにしてシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良くシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23を切断予定部9に沿って切断することが可能になる。

【0060】しかも、隣り合う半導体チップ25、25の対向する切断面25a、25aが初めは互いに密着しているがために、切断された個々の半導体チップ25と切断された個々のダイボンド樹脂層23とがほぼ同一の外形となり、各半導体チップ25の切断面25aからダイボンド樹脂層がはみ出るようなことも防止される。

【0061】以上のシリコンウェハ11の切断方法は、図14(a)に示すように、粘着シート20をエキスパンドする前までは、切断予定部9を起点とした割れがシリコンウェハ11に発生しない場合であったが、図14(b)に示すように、粘着シート20をエキスパンドする前に、切断予定部9を起点とした割れ15を発生させ、この割れ15をシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達させてもよい。この割れ15を発生させる方法としては、例えばナイフエッジ等の応力印加手段を切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11の裏面17に押し当てることで、切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11に曲げ応力やせん断応力を生じさせる方法や、シリコンウェハ11に温度差を与えることで切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11に熱応力を生じさせる方法などがある。

【0062】このように、切断予定部9の形成後、切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11にストレスを生じさせ、切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11を切断しておく、極めて精度良く切断された半導体チップ25を得ることができる。そして、この場合においても、シリコンウェハ11に貼り付けられた粘着シート20を拡張させると、隣り合う半導体チップ25、25の対向する切断面25a、25aが、互いに密着した状態から、粘着シート20の拡張に伴って離間していくため、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23は切断面25aに沿って切断されることになる。したがって、この切断方法によっても、基材21を切断しないようにしてシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23をブレードにより切断するような場合に比べれば、はるかに効率良くシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23を切断予定部9に沿って切断することが可能になる。

【0063】なお、シリコンウェハ11の厚さが薄くなると、切断予定部9に沿ってストレスを生じさせなくても、図14(b)に示すように、切断予定部9を起点とした割れ15がシリコンウェハ11の表面3と裏面17

とに到達する場合がある。

【0064】また、図15(a)に示すように、シリコンウェハ11の内部における表面3近傍に熔融処理領域13による切断予定部9を形成し、表面3に割れ15を到達させておけば、切断して得られる半導体チップ25の表面(すなわち、機能素子形成面)の切断精度を極めて高くすることができる。一方、図15(b)に示すように、シリコンウェハ11の内部における裏面17近傍に熔融処理領域13による切断予定部9を形成し、裏面17に割れ15を到達させておけば、粘着シート20のエキスパンドによってダイボンド樹脂層23を精度良く切断することができる。

【0065】次に、粘着シート20として、リンテック株式会社の「LE-5000(商品名)」を用いた場合の実験結果について説明する。図16及び図17は、シリコンウェハ11の内部に熔融処理領域13による切断予定部9を形成した後、粘着シート20をエキスパンドした際の一連の状態を示す模式図であり、図16(a)は粘着シート20のエキスパンド開始直後の状態、図16(b)は粘着シート20のエキスパンド中の状態、図17(a)は粘着シート20のエキスパンド終了後の状態、図17(b)は半導体チップ25のピックアップ時の状態である。

【0066】図16(a)に示すように、粘着シート20のエキスパンド開始直後においては、シリコンウェハ11は切断予定部9に沿って切断され、隣り合う半導体チップ25の対向する切断面25a、25aは密着した状態にある。このとき、ダイボンド樹脂層23はまだ切断されていない。そして、図16(b)に示すように、粘着シート20の拡張に伴って、ダイボンド樹脂層23は引き千切られるようにして切断予定部9に沿って切断されていく。

【0067】このようにして粘着シート20のエキスパンドが終了すると、図17(a)に示すように、ダイボンド樹脂層23も個々の半導体チップ25毎に切断される。このとき、互いに離間した半導体チップ25、25間の粘着シート20の基材21上には、ダイボンド樹脂層23の一部23bが薄く残っていた。また、半導体チップ25と共に切断されたダイボンド樹脂層23の切断面23aは、半導体チップ25の切断面25aを基準として若干凹状となっていた。これにより、各半導体チップ25の切断面25aからのダイボンド樹脂層のはみ出しが確実に防止される。そして、図17(b)に示すように、吸着コレット等を用いて半導体チップ25を切断されたダイボンド樹脂層23と共にピックアップすることができた。

【0068】なお、ダイボンド樹脂層23が非伸縮性の材料からなるような場合などには、図18に示すように、互いに離間した半導体チップ25、25間の粘着シート20の基材21上にはダイボンド樹脂層23が残ら

ない。これにより、半導体チップ25の切断面25aと、その裏面に密着したダイボンド樹脂層23の切断面23aとをほぼ一致させることができる。

【0069】また、図19(a)に示すように、基材21及びUV硬化樹脂層22を有してなる粘着シート20を、そのUV硬化樹脂層22を介してシリコンウェハ11の裏面17に貼り付け、溶融処理領域13による切断予定部9を形成した後、図19(b)に示すように、粘着シート20の周囲を外側に向かって拡張させることで、シリコンウェハ11を半導体チップ25に切断してもよい。この場合にも、粘着シート20を残してシリコンウェハ11をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良くシリコンウェハ11を切断予定部9に沿って精度良く切断することが可能になる。

【0070】そして、基材21及びUV硬化樹脂層22を有してなる粘着シート20を用いたシリコンウェハ11の切断方法においても、図19を参照して説明したように、粘着シート20をエキスパンドする前までは、切断予定部9を起点とした割れがシリコンウェハ11に発生しない場合だけでなく、図20に示すように、粘着シート20をエキスパンドする(図20(b))前に、切断予定部9を起点とした割れ15をシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達させてもよい(図20(a))。

また、図21に示すように、粘着シート20をエキスパンドする(図21(b))前に、切断予定部9を起点とした割れ15をシリコンウェハ11の表面3に到達させてもよい(図21(a))、或いは図22に示すように、粘着シート20をエキスパンドする(図22(b))前に、切断予定部9を起点とした割れ15をシリコンウェハ11の裏面17に到達させてもよい(図22(a))。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る半導体基板の切断方法によれば、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板をダイボンド樹脂層と共に効率良く切断することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係るレーザ加工方法によるレーザ加工中の半導体基板の平面図である。

【図2】図1に示す半導体基板のII-II線に沿った断面図である。

【図3】本実施形態に係るレーザ加工方法によるレーザ加工後の半導体基板の平面図である。

【図4】図3に示す半導体基板のIV-IV線に沿った断面図である。

【図5】図3に示す半導体基板のV-V線に沿った断面図である。

【図6】本実施形態に係るレーザ加工方法により切断された半導体基板の平面図である。

【図7】本実施形態に係るレーザ加工方法により切断さ

れたシリコンウェハの一部における断面の写真を表した図である。

【図8】本実施形態に係るレーザ加工方法におけるレーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。

【図9】本実施形態に係るレーザ加工装置の概略構成図である。

【図10】本実施形態に係るレーザ加工装置による切断予定部の形成手順を説明するためのフローチャートである。

【図11】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法を説明するための模式図であり、(a)はシリコンウェハに粘着シートが貼り付けられた状態、(b)はシリコンウェハの内部に溶融処理領域による切断予定部が形成された状態である。

【図12】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法を説明するための模式図であり、(a)は粘着シートがエキスパンドされた状態、(b)は粘着シートに紫外線が照射された状態である。

【図13】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法を説明するための模式図であり、(a)は切断されたダイボンド樹脂層と共に半導体チップがピックアップされた状態、(b)は半導体チップがダイボンド樹脂層を介してリードフレームに接合された状態である。

【図14】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法におけるシリコンウェハと切断予定部との関係を示す模式図であり、(a)は切断予定部を起点とした割れが発生していない状態、(b)は切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達している状態である。

【図15】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法におけるシリコンウェハと切断予定部との関係を示す模式図であり、(a)は切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの表面に到達している状態、(b)は切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの裏面に到達している状態である。

【図16】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の一実施例を説明するための模式図であり、(a)は粘着シートのエキスパンド開始直後の状態、(b)は粘着シートのエキスパンド中の状態である。

【図17】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の一実施例を説明するための模式図であり、(a)は粘着シートのエキスパンド終了後の状態、(b)は半導体チップのピックアップ時の状態である。

【図18】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の他の実施例を説明するための模式図である。

【図19】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の更に他の実施例において切断予定部を起点とした割れが発生しない場合を説明するための図であり、(a)は溶融処理領域による切断予定部が形成された後の状態、

(b)は粘着シートがエキスパンドされた状態である。

【図20】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の更に他の実施例において切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達する場合を説明するための図であり、(a)は熔融処理領域による切断予定部が形成された後の状態、(b)は粘着シートがエキスパンドされた状態である。

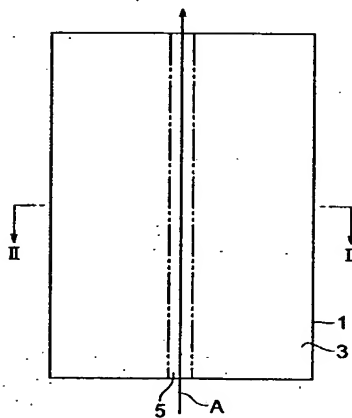
【図21】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の更に他の実施例において切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの表面に到達する場合を説明するための図であり、(a)は熔融処理領域による切断予定部が形成された後の状態、(b)は粘着シートがエキスパンドされた状態である。

【図22】本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の更に他の実施例において切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの裏面に到達する場合を説明するための図であり、(a)は熔融処理領域による切断予定部が形成された後の状態、(b)は粘着シートがエキスパンドされた状態である。

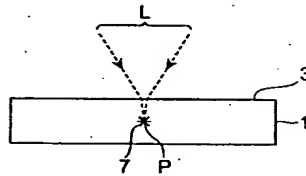
【符号の説明】

1…半導体基板、3…表面、5…切断予定ライン、7…改質領域、9…切断予定部、11…シリコンウェハ、13…熔融処理領域、15…割れ、17…裏面、20…粘着シート、21…基材、23…ダイボンド樹脂層、25…半導体チップ、L…レーザ光、P…集光点。

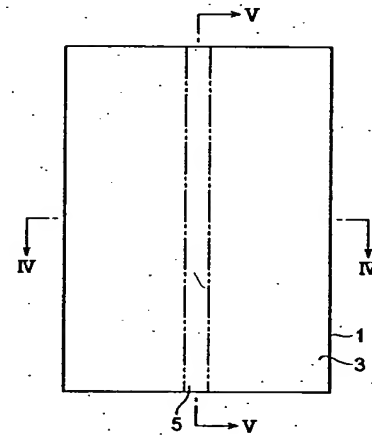
【図1】



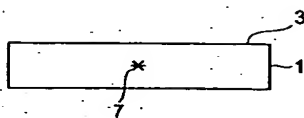
【図2】



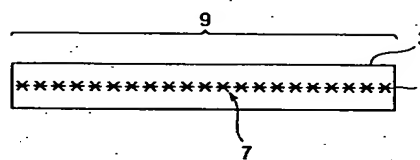
【図3】



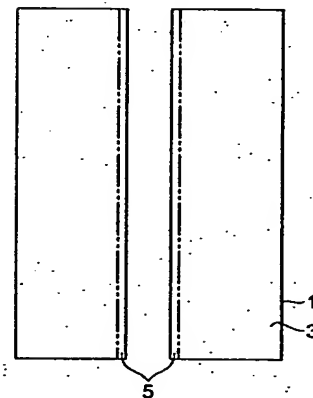
【図4】



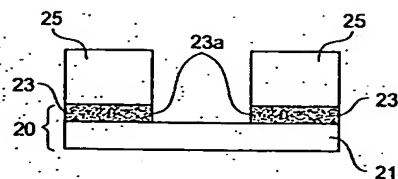
【図5】



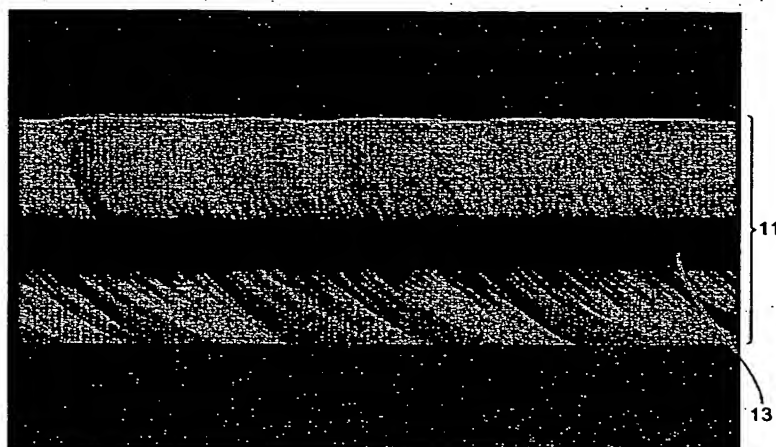
【図6】



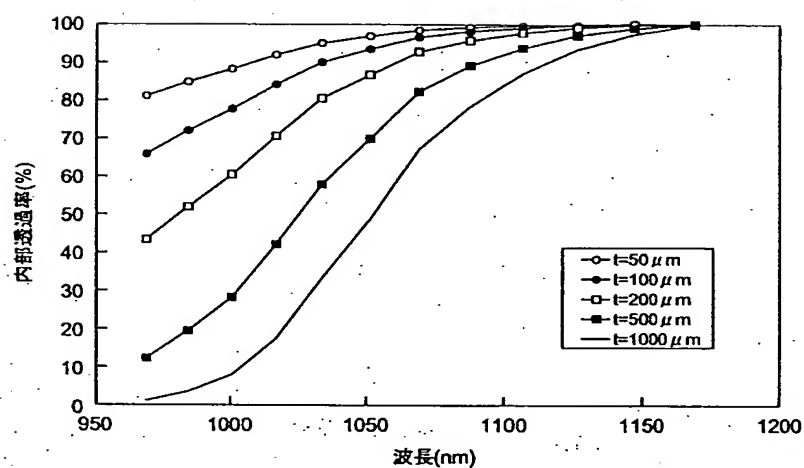
【図18】



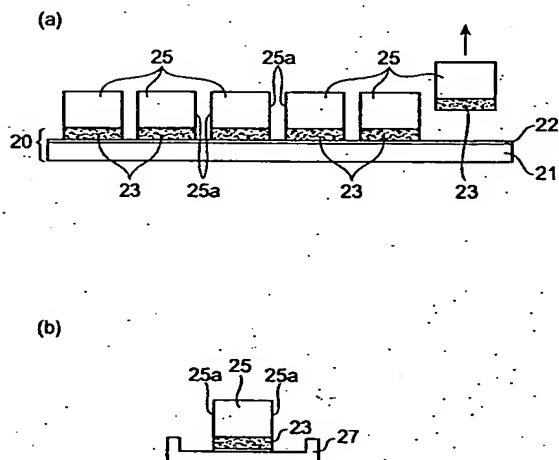
【図7】



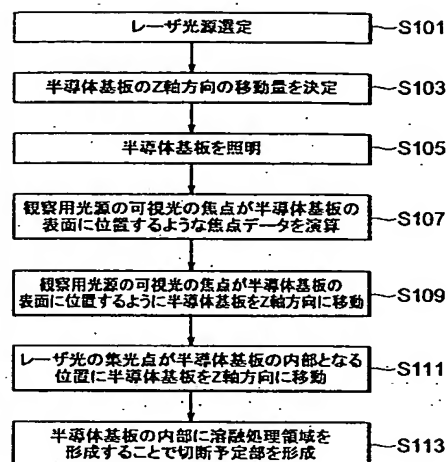
【図8】



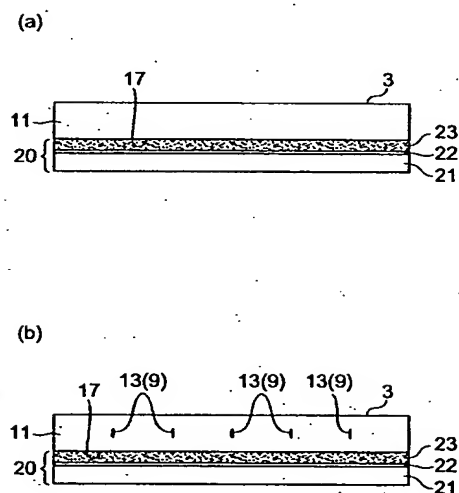
【図13】



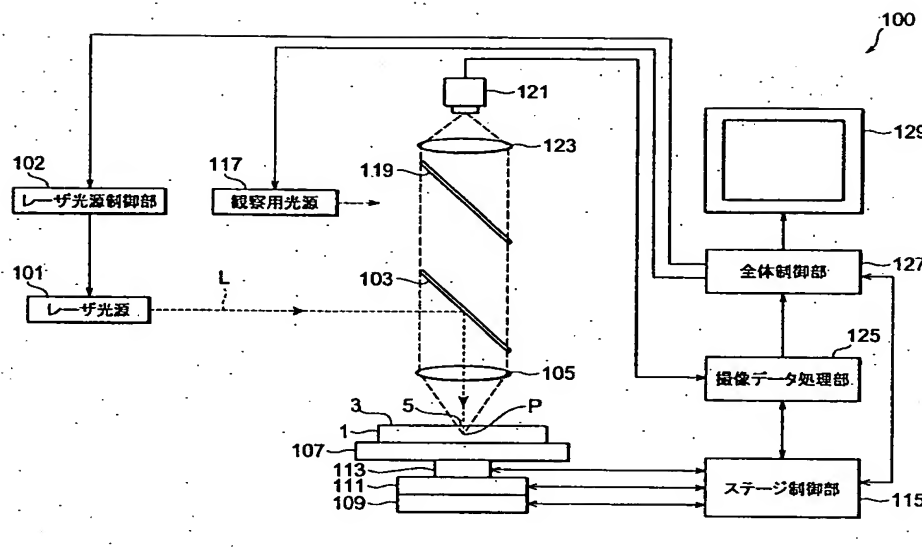
【図10】



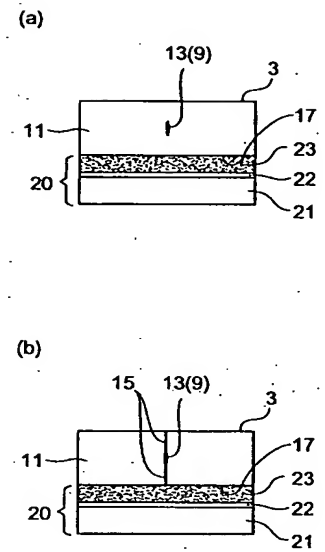
【図11】



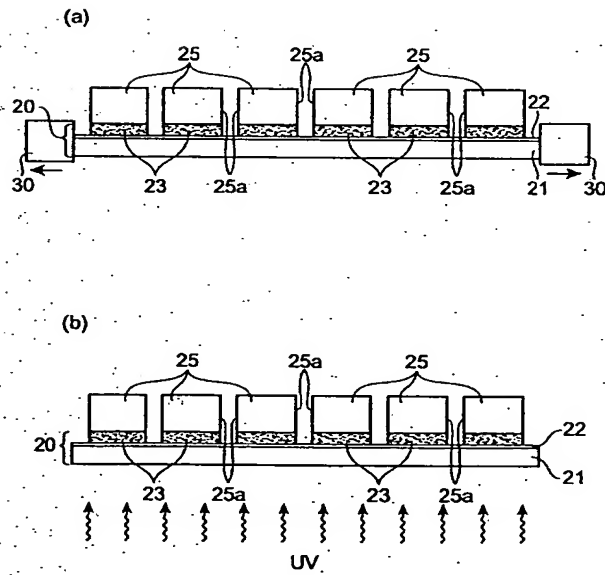
【図9】



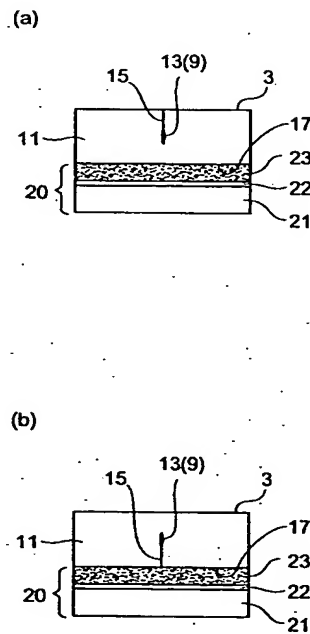
【図14】



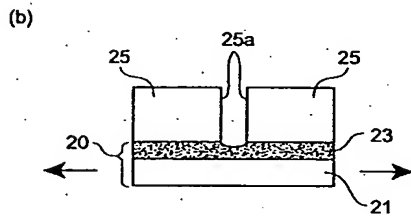
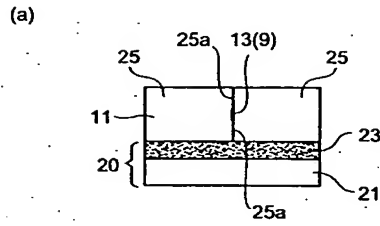
【図12】



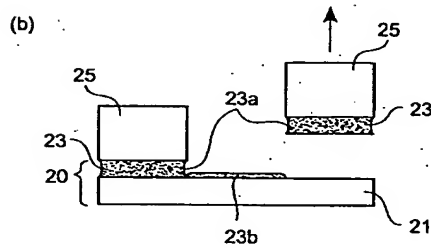
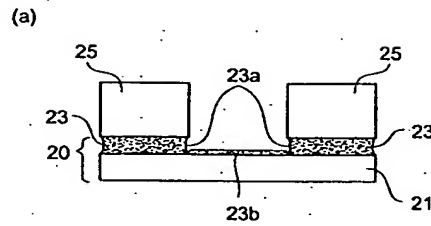
【図15】



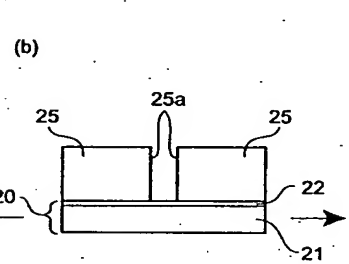
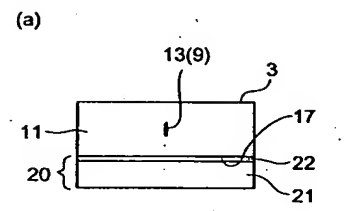
【図16】



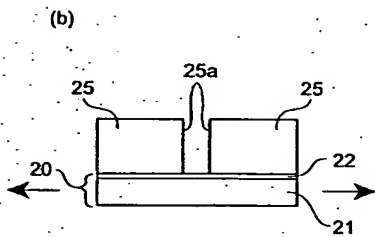
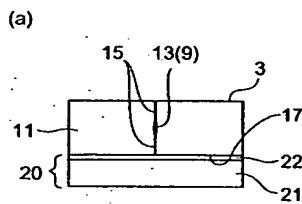
【図17】



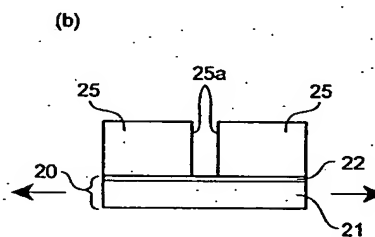
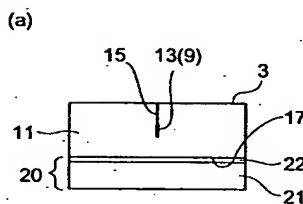
【図19】



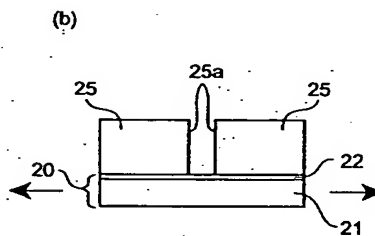
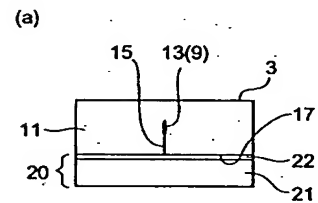
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 内山 直己
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内
(72)発明者 杉浦 隆二
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

Fターム(参考) 3C069 AA01 BA08 BB03 BB04 CA05
CB01 EA01 EA02 EA05
4E068 AA02 AD01 CA01 CA03 CA11
DA11
5F047 BB03 BB19 FA21

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.